

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Казанский государственный университет
имени В.И. Ульянова-Ленина»

КРАТКОСРОЧНЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОГНОЗЫ

*Материалы по курсам
Синоптическая метеорология
и
Гидрометеорологическое обеспечение
народного хозяйства*

Казань
2008

УДК 551.5

Печатается по решению заседания кафедры метеорологии,
климатологии и экологии атмосферы КГУ
Протокол № 11 от 29 ноября 2007 г.
методической комиссии факультета географии и экологии КГУ
Протокол № 3 от 4 декабря 2007 г.

С о с т а в и т е л и

Ю. Г. Хабутдинов, К.М. Шанталинский

Краткосрочные метеорологические прогнозы: Материалы по курсам «Синоптическая метеорология» и «Гидрометеорологическое обеспечение народного хозяйства» / Ю.Г. Хабутдинов, К.М. Шанталинский. – Казань: КГУ, 2008. – 52 с.

В пособии излагаются правила составления синоптических обзоров. Приводятся материалы последних руководящих документов Росгидромета, регламентирующих порядок составления и терминологию, применяемую в текстах краткосрочных метеорологических прогнозов; методику оценки их качества; правила и порядок разбора неоправдавшихся прогнозов.

Пособие предназначено для студентов IV и V курса факультета географии и экологии, обучающихся по специальности «метеорология».

© Казанский государственный
университет, 2008

Содержание

Основные правила составления синоптических обзоров	6
Правила составления обзоров синоптического положения	6
Правила составления обзоров развития синоптических процессов ...	7
Правила составления обзоров условий погоды	7
Порядок составления краткосрочных прогнозов погоды.....	8
Терминология, применяемая в краткосрочных прогнозах погоды.....	11
Общие положения.....	11
Термины, применяемые в прогнозах облачности.....	11
Термины, применяемые в прогнозах осадков.....	11
Термины, применяемые в прогнозах ветра.....	13
Термины, применяемые в прогнозах атмосферных явлений	16
Термины, применяемые в прогнозах температуры воздуха	16
Оценка качества прогнозов погоды	19
Общие положения	19
Порядок оценки качества прогнозов погоды и их уточнений	19
Оценка качества прогнозов метеорологических величин и атмосферных явлений по пункту и территории	21
Оценка прогноза температуры воздуха	21
Оценка прогноза осадков	25
Оценка прогноза ветра	29
Оценка прогноза атмосферных явлений	31
Оценка оправдываемости прогнозов погоды по пункту и территории	32
Правила разбора неоправдавшихся прогнозов погоды	33
Введение	33
Цели и задачи разбора неоправдавшихся прогнозов погоды	33
Перечень ошибочных прогнозов, подлежащих анализу, и сроки проведения анализа	33
Материалы, используемые для анализа причин ошибочных прогнозов погоды	34
Систематизация результатов разбора ошибочных прогнозов погоды	35
Методика анализа и исследований причин ошибочных прогнозов погоды	36
Исследование причин ошибочных прогнозов барических полей	37

Исследование причин ошибочных прогнозов промежуточных характеристик	39
Методика анализа ошибочных прогнозов отдельных метеорологических величин и явлений погоды	40
Прогноз облачности	40
Прогноз осадков	40
Прогноз конвективных явлений	42
Прогноз гололеда и сложных отложений	42
Прогноз явлений, ухудшающих видимость	43
Прогноз ветра	43
Прогноз приземной температуры воздуха	44
Оформление результатов анализа ошибочных прогнозов погоды	46
Литература.....	48
Приложение	49

Аббревиатуры, применяемые при дальнейшем изложении

ЕГМБ – ежедневный гидрометеорологический бюллетень.

Росгидромет – Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

УГМС – межрегиональное территориальное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

ЦГМС – областной (республиканский, краевой, окружной и др.) центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

МСЗ – метеорологический спутник Земли.

ПВФЗ – планетарная высотная фронтальная зона.

ОЯ – опасное гидрометеорологическое явление.

МРЛ – метеорологический радиолокатор.

ГМЦ — гидрометеорологический центр.

АМСГ — авиаметеорологическая станция гражданская.

ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА СОСТАВЛЕНИЯ СИНОПТИЧЕСКИХ ОБЗОРОВ

Синоптический обзор – четко сформулированные результаты анализа синоптических процессов, протекающих на некоторой территории в течение того или иного интервала времени.

Целью обзора является наиболее полная и всесторонняя характеристика:

- a) сложившегося к некоторому моменту времени синоптического положения;
- b) развития в течение некоторого промежутка времени атмосферных процессов;
- c) условий погоды, наблюдавшихся в том или ином районе в конкретный момент времени или за некоторый интервал времени.

В связи с вышеизложенным все синоптические обзоры можно разделить на три группы:

- a) обзоры синоптического положения (под синоптическим положением понимается совокупность атмосферных процессов в данный момент времени, отображенных на картах погоды);
- b) обзоры развития синоптических процессов;
- c) обзоры условий погоды.

Правила составления обзоров синоптического положения

При составлении обзоров синоптического положения необходимо охарактеризовать:

- 1) географическое положение центров циклонов (антициклонов) и их глубину (мощность);
- 2) географическое положение, тип и степень выраженности атмосферных фронтов, связанных с рассмотренными ранее барическими системами;
- 3) стадии развития циклонов и антициклонов;
- 4) географическое положение, типы и свойства воздушных масс, разделенных линиями фронтов.

Характеризуя синоптические объекты (циклоны, антициклоны, атмосферные фронты и воздушные массы), необходимо обосновывать излагаемые в обзоре выводы аргументами из анализа вертикальной структуры синоптических объектов, термобарического поля тропосферы и нижней стратосферы, струйных течений и т.д.

Правила составления обзоров развития синоптических процессов

Обзор развития синоптических процессов отличается от обзора синоптического положения тем, что в нем необходимо не только отразить состояние атмосферных процессов в какой-то момент времени, но показать их развитие от суток к суткам.

Поэтому в обзоре развития синоптических процессов необходимо показать:

- 1) изменение от суток к суткам географического положения, глубины (мощности) и стадии развития барических систем;
- 2) возникновение новых барических систем и причины, приводящие к их возникновению;
- 3) эволюцию и перемещение атмосферных фронтов;
- 4) эволюцию и перемещение воздушных масс и условий погоды, связанных с различными воздушными массами;
- 5) однородность или неоднородность процесса и принадлежность его или его частей к той или иной форме циркуляции (по Вангенгейму-Гирсу, Кацу и т.д.).

При составлении обзоров развития синоптических процессов кроме основного аэросиноптического материала (приземных синоптических карт, карт барической топографии, аэрологических диаграмм, вертикальных разрезов, данных с МСЗ и т.д.) привлекаются также сборно-кинематические карты развития синоптического процесса и сборные карты ПВФЗ.

Правила составления обзоров условий погоды

Обзоры условий погоды должны быть теснейшим образом связаны с обзорами синоптического положения и развития синоптических процессов, поскольку конкретным синоптическим объектам соответствуют часто вполне определенные условия погоды.

При составлении обзора условий погоды необходимо описать:

- 1) синоптический процесс, определяющий погоду района, для которого составляется обзор;
- 2) изменение давления;
- 3) ход ветра;
- 4) изменение облачности;
- 5) характер и количество выпадающих осадков;
- 6) характер явлений погоды;
- 7) изменение температуры.

ПОРЯДОК СОСТАВЛЕНИЯ КРАТКОСРОЧНЫХ ПРОГНОЗОВ ПОГОДЫ

Краткосрочные прогнозы погоды (далее – прогнозы погоды) – прогнозы с периодом действия не более трех суток.

Основные понятия и определения, порядок составления и терминология, применяемая в текстах краткосрочных метеорологических прогнозов; методика оценки их качества регламентируются соответствующим Руководящим документом Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромета) [8]. Далее приводятся основные положения этого документа в части, относящейся к прогнозам погоды.

Основные понятия и определения, критерии опасных гидрометеорологических явлений и порядок подачи штормовых сообщений, а также порядок составления, терминология и оценка качества штормовых предупреждений, являющихся разновидностью специализированных краткосрочных прогнозов, излагаются в [7,10].

Прогнозы погоды составляют по пункту и территории. Под территорией следует понимать территорию субъекта Российской Федерации (республики, края, области, округа и т. д.), обслуживаемого ЦГМС (или часть территории субъекта Российской Федерации); под пунктом – территорию населенного пункта – центра субъекта Российской Федерации.

Прогнозы погоды на сутки и последующие двое суток составляют ежедневно до 12 ч местного времени. Конкретное время составления прогнозов устанавливает УГМС. В прогнозах погоды указывают: облачность, осадки, атмосферные явления, направление и скорость ветра, минимальную температуру воздуха (ночью) и максимальную температуру воздуха (днем).

Прогнозы публикуют в ЕГМБ, доводят (передают) до пользователей (потребителей) через средства массовой информации, а также с использованием различных средств связи.

Прогнозы погоды на сутки уточняют полусуточным прогнозом на текущий день. Если в уточнении нет необходимости, то формулировку суточного прогноза погоды повторяют в полусуточном прогнозе на день.

Полусуточный прогноз погоды составляют не позднее 7 ч местного времени и распространяют по согласованным схемам обслуживания.

Прогноз погоды на последующие двое суток составляют, как правило, по территории. Разрешается составлять такие прогнозы по пункту, применяя соответствующие градации температуры.

Прогноз погоды на сутки составляют отдельно на ночь и день. Если характер погоды в течение прогнозируемого периода ожидается однородным, то допускается прогноз погоды на сутки давать общим текстом.

Период действия прогноза погоды на ночь и день ограничивается временем утреннего и вечернего измерения осадков соответственно.

Прогноз погоды на последующие двое суток составляют для каждого суток отдельно (с указанием даты). Если характер погоды в течение последующих двух суток ожидается однородным, то разрешается составлять объединенный прогноз погоды (прогноз погоды на последующие двое суток).

Для детализации времени суток следует использовать его характеристики в соответствии с таблицей 1.

Прогнозы погоды на сутки и текущий день для территории и расположенного на ней населенного пункта передают, как правило, общим текстом. При этом в прогнозе температуры воздуха для населенного пункта и территории применяют разные градации.

Таблица 1

Характеристики времени суток

Характеристика	Период, ч (время местное)
Утро	с 5 до 9
Первая половина дня	с 9 до 13
Вторая половина дня	с 13 до 17
Вечер	с 17 до 21
Первая половина ночи	с 21 до 1
Вторая половина ночи	с 1 до 5

Если погода предполагается различной, то прогноз составляют для территории и пункта отдельно.

Если предполагается, что в некоторых частях территории прогнозируемые гидрометеорологические величины и явления будут значительно различаться, то рекомендуется выделить эти части, используя для этого характеристики географического положения (запад, юг, северная половина, центральные районы, правобережье, прибрежные районы, пригороды и т. д.), а также особенности рельефа (пониженные места, низины, предгорья, перевалы и т. д.).

Не допускается применять термины, вызывающие неопределенность толкования прогноза, например «возможно» и «вероятно». При наличии методик вероятностного прогноза явлений их вероятность указывают в процентах.

При прогнозе атмосферных явлений, связанных с развитием интенсивной конвекции (шквала, града, грозы, ливневых осадков), а также тумана, заморозков в воздухе и на почве допускается применять термины «местами» или «в отдельных районах». При наличии условий возникновения смерчей допускается использовать термины «имеется опасность возникновения смерча» или «имеется опасность выхода смерча с моря».

Не допускается применять термины «местами» и «в отдельных районах» к отсутствию осадков и явлений.

ТЕРМИНОЛОГИЯ, ПРИМЕНЯЕМАЯ В КРАТКОСРОЧНЫХ ПРОГНОЗАХ ПОГОДЫ

Общие положения

В прогнозах погоды указывают следующие метеорологические величины: облачность, осадки, направление и скорость ветра, экстремальную температуру воздуха (в градусах Цельсия), а также атмосферные явления.

В прогнозах погоды следует использовать терминологию, понятную для потребителя и в наибольшей степени отражающую ожидаемое развитие атмосферных процессов и ожидаемые условия погоды. В прогнозе температуры воздуха и скорости ветра указывают их количественные характеристики (в прогнозе скорости ветра допускается применять качественную характеристику).

В таблицах 2–6 приведены термины, применяемые в прогнозах метеорологических величин, атмосферных явлений, и соответствующие им количественные характеристики. Последние необходимы для установления степени соответствия прогнозов фактически наблюдавшимся значениям.

Термины, применяемые в прогнозах облачности

Термины, применяемые в прогнозах облачности, и соответствующие количественные характеристики приведены в таблице 2.

Если в течение полусуток ожидается значительное изменение количества облаков, допускается использовать две характеристики облачности из терминологии, приведенной в таблице 2, а также применять термин «уменьшение» или «увеличение».

Пример: – Утром малооблачно, днем увеличение облачности до значительной.

Термины, применяемые в прогнозах осадков

В прогнозах погоды используют термины, характеризующие факт отсутствия или наличия осадков, в последнем случае – их вид (фазовое состояние), количество осадков, время начала и (или) продолжительность.

Термины, применяемые в прогнозах количества осадков, и соответствующие количественные характеристики для жидких и смешанных осадков приведены в таблице 3, для твердых осадков – в таблице 4.

Термины, применяемые в прогнозах облачности

Термины	Количество облаков
Ясно, ясная погода, малооблачно, небольшая облачность, малооблачная погода, солнечная погода	Любое количество облаков верхнего яруса или до 3 баллов облаков среднего и (или) нижнего яруса
Меняющаяся (переменная) облачность	От 1–3 до 4–7 баллов облаков нижнего и (или) среднего яруса
Облачно с прояснениями	4–7 баллов облаков нижнего или среднего яруса или сочетание облаков среднего и нижнего яруса общим количеством до 7 баллов
Облачно, облачная погода, значительная облачность, пасмурно, пасмурная погода	8–10 баллов облаков нижнего яруса или плотных, непросвечивающих форм облаков среднего яруса

Для более детальной характеристики ожидаемого распределения количества осадков по территории в прогнозе можно использовать дополнительные (как правило, соседние) градации количества осадков. При прогнозе ливневых осадков допускается применять термины «местами», «в отдельных районах».

Примеры:

- 1. Днем по территории края ожидаются сильные дожди, во второй половине дня на побережье – очень сильные.*
- 2. Во второй половине дня по области ожидаются грозовые дожди, местами сильные ливни.*

Для характеристики вида (фазового состояния) осадков применяют термины «дождь», «снег», «осадки». Термин «осадки» можно применять только с обязательным дополнением одного из терминов, приведенных в таблице 5.

Для характеристики продолжительности осадков применяют термины, приведенные в таблице 6.

Для детализации времени начала (прекращения) осадков следует использовать характеристики времени суток, приведенные в таблице 1.

Если в прогнозах указана «небольшая облачность» или «малооблачная погода», то термин «без осадков» разрешается не использовать.

Таблица 3

Термины, применяемые в прогнозах жидких и смешанных осадков

Термины	Количество осадков, мм за 12 ч
Без осадков, сухая погода, преимущественно без осадков	Без осадков или $< 0,2$
Дождь, осадки, морозящий дождь, небольшой дождь, дождливая погода, дождь со снегом (мокрый снег)	От 0,3 до 10
Сильный дождь, ливневый дождь (ливень), сильные осадки, сильный дождь со снегом, сильный мокрый снег	От 11 до 49
То же для селеопасных районов	От 11 до 29*
То же для Черноморского побережья Кавказа	От 11 до 79*
Очень сильный дождь, очень сильные осадки, очень сильный дождь со снегом, очень сильный мокрый снег	> 50
То же для селеопасных районов	>30
То же для Черноморского побережья Кавказа	>80
В том числе сильный ливень (сильные ливни)	$>30\text{мм}$ за период < 1 ч
*Диапазон уточняет УГМС (ЦГМС).	

Таблица 4

Термины, применяемые в прогнозах твердых осадков

Термины	Количество осадков, мм за 12 ч
Без осадков, сухая погода, преимущественно без осадков	$\leq 0,1$
Снег (снегопад), небольшой снег	От 0,2 до 4
Сильный снег (сильный снегопад)	От 5 до 19
Очень сильный снег (очень сильный снегопад)	≥ 20

Термины, применяемые в прогнозах ветра

В прогнозах погоды указывают направление и скорость ветра. Допускается использовать детализацию прогноза характеристик ветра (направления, скорости) по частям обслуживаемой территории.

Таблица 5

**Термины, применяемые в прогнозах
вида (фазового состояния) осадков**

Термины	Характеристика осадков
Дождь со снегом	Дождь и снег одновременно, преобладает дождь
Мокрый снег	Снег и дождь одновременно, преобладает снег
Снег переходящий в дождь	Сначала ожидается снег, а затем дождь
Дождь переходящий в снег	Сначала ожидается дождь, а затем снег
Дождь и снег (снег и дождь)	Чередование дождя и снега с преобладанием дождя (снега)

Таблица 6

Термины, применяемые в прогнозах продолжительности осадков

Термины	Общая продолжительность осадков, ч
Кратковременный дождь, кратковременные дожди, кратковременный снег (дождь со снегом, мокрый снег)	Менее 3
Дождь (снег, мокрый снег, дождь со снегом) с перерывами, продолжительный дождь (снег, мокрый снег, дождь со снегом)	Более 6
Временами дождь (снег, дождь со снегом, мокрый снег)	От 3 до 6

Направление ветра дают в четвертях горизонта (откуда дует ветер): северо-восточный, южный и т. д.

Если в течение полусуток ожидается изменение направления ветра в пределах двух соседних четвертей горизонта, то указывают две соседние четверти горизонта; если ожидается изменение направления ветра более чем на две четверти горизонта, то используют термин «с переходом».

Примеры:

1. Ветер юго-восточный, южный.
2. Ветер южный с переходом на северо-западный.
3. Ветер юго-восточный с переходом во второй половине дня на западный.

В прогнозах погоды указывают максимальную скорость ветра при порывах (далее – максимальная скорость ветра) или, если порывы не ожидаются, максимальную среднюю скорость.

Примечание. Максимальная средняя скорость ветра – это наибольшая средняя скорость ветра, которая ожидается в любой 10-минутный интервал времени в течение полусуток или в период действия штормового предупреждения.

Скорость ветра указывают в метрах в секунду градациями с интервалом не более 5 м/с.

При слабом ветре (скоростью <5 м/с) разрешается не указывать направление или использовать термин «слабый, переменных направлений».

Если ожидается, что в течение полусуток скорость ветра будет значительно меняться, следует указать на эти изменения, применив термин «ослабление» или «усиление» с добавлением характеристики времени суток из таблицы 1.

Пример: – Ветер южный скоростью 3–8 м/с с переходом во второй половине дня на северо-западный с усилением до 20 м/с (что означает – максимальная скорость ветра при порывах достигнет 15–20 м/с).

Если в прогнозируемый интервал скорости ветра попадают значения скорости ветра, являющиеся критериями ОЯ, то составляют штормовое предупреждение.

При прогнозе шквала направление ветра не указывают. В прогнозах следует применять выражения «шквалистое усиление ветра до ... м/с» или «шквал (швалы) до ... м/с», используя в прогнозе максимальной скорости ветра при шквале один интервал скорости. Допускается указывать ожидаемую максимальную скорость ветра при шквале одной цифрой с добавлением предлога «до».

Пример: – При грозе шквалистое усиление ветра до 20–25 м/с (или шквал до 25 м/с, т. е. максимальная скорость ветра при шквале достигнет 20–25 м/с).

В прогнозах погоды, помещаемых в ЕГМБ и передаваемых потребителям, одновременно с ожидаемым количественным значением скорости ветра разрешается применять качественную ее характеристику в соответствии с таблицей 7.

Если прогнозируемая скорость ветра соответствует двум качественным характеристикам, то используют характеристику для верхней границы диапазона.

Пример: – Ветер с прогнозируемой скоростью 12–17 м/с имеет качественную характеристику «сильный», так как значение 17 м/с входит в диапазон скорости 15–24 м/с.

Таблица 7

**Качественные характеристики, применяемые
в прогнозах скорости ветра**

Диапазон скорости ветра, м/с	Качественная характеристика ветра
0—5	Слабый
6—14	Умеренный
15—24	Сильный
25—32	Очень сильный
33 и более	Ураганный

Термины, применяемые в прогнозах атмосферных явлений

В прогнозах погоды указывают следующие атмосферные явления: поземок, метель, пыльную (песчаную) бурю, шквал, туман, град, грозу, гололед, изморозь, налипание мокрого снега на проводах и деревьях, гололедицу на дорогах.

В прогнозах погоды для характеристики интенсивности атмосферных явлений термин «сильный», а для осадков (дождя, снега, мокрого снега и т.д.) – «очень сильный» применяют в том случае, если ожидают, что явление по интенсивности достигнет критериев ОЯ.

В остальных случаях характеристики интенсивности явления «слабое» и «умеренное» указывают по возможности.

Для поземка, грозы и изморози характеристики интенсивности не указывают. Интенсивность гололедицы на дорогах указывают по возможности.

В прогнозе шквала указывают максимальную скорость ветра.

В прогнозах атмосферных явлений при необходимости применяют термины «усиление», «ослабление», «прекращение» с указанием «день», «ночь» или с использованием характеристик времени суток, приведенных в таблице 1.

Термины, применяемые в прогнозах температуры воздуха

В прогнозах погоды указывают минимальную температуру воздуха ночью и максимальную температуру воздуха днем или изменение

температуры воздуха при аномальном ходе, составляющее 5°C и более за полусутки.

Ожидаемую минимальную и максимальную температуру воздуха указывают градациями с интервалами для пункта 2°C , а для территории 5°C . В прогнозах температуры по пункту или по отдельной части территории допускается температуру указывать одним числом: для пункта – с использованием предлога «около», а для части территории – предлога «до». В первом случае имеется в виду середина прогнозируемого интервала температуры для пункта, во втором случае – ее предельное значение для части территории.

Примеры:

1. В прогнозе по пункту указана температура около 20°C . Это означает, что ожидается температура $19\text{--}21^{\circ}\text{C}$.

2. По западу территории прогнозируется температура до 20°C . Это означает, что ожидается температура $15\text{--}20^{\circ}\text{C}$.

Если ожидаемое распределение температуры воздуха по территории не укладывается в интервал, равный 5°C , то рекомендуется применять дополнительные градации температуры с использованием детализации прогноза по частям территории. При этом в прогнозе следует указать районы, где ожидаются эти отклонения температуры (или условия, при которых они будут отмечаться, например «при прояснениях»).

Примеры:

1. Температура $5\text{--}10^{\circ}\text{C}$, на юге области (или на побережье) до 15°C .

2. Температура ночью $1\text{--}6^{\circ}\text{C}$, при прояснениях до -2°C .

Если ожидается аномальный ход температуры воздуха, то указывают ее наиболее высокое (низкое) значение с использованием характеристик времени суток, приведенных в таблице 1.

При использовании терминов «повышение» (потепление) или «понижение» (похолодание), «усиление (ослабление) мороза» прогнозируемое значение температуры допускается указывать одним числом с предлогом «до».

Примеры:

1. Ослабление мороза от $-10\text{...}-12^{\circ}\text{C}$ вечером до -2°C утром.

2. Ожидается похолодание: температура понизится от $-5\text{...}-7^{\circ}\text{C}$ утром до $-14\text{...}-16^{\circ}\text{C}$ вечером.

Если в период активной вегетации в прогнозируемый интервал температуры воздуха попадают значения ниже 0°C , то составляют штормовое предупреждение о заморозках. Штормовое предупреждение составляют

также в том случае, если заморозки ожидаются на поверхности почвы (с указанием значения минимальной температуры).

Примеры:

1. При прогнозируемой температуре ночью $-2...3^{\circ}\text{C}$ составляют штормовое предупреждение об ожидаемых заморозках до -2°C .

2. При составленном прогнозе «температура ночью $1-6^{\circ}\text{C}$ (на почве слабые заморозки до -2°C)» также составляют штормовое предупреждение об ожидаемых заморозках на почве до -2°C .

Если ожидается, что максимальная (минимальная) температура воздуха достигнет значений ОЯ или в прогнозируемый интервал попадают значения температуры, являющиеся критериями ОЯ, то применяют термин «сильная жара» («сильный мороз») и составляют штормовое предупреждение.

Пример: – По территории области ожидается температура $35-40^{\circ}\text{C}$; критерий ОЯ по температуре («сильная жара») равен 40°C . Необходимо составить штормовое предупреждение об ожидаемой сильной жаре.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОГНОЗОВ ПОГОДЫ

Общие положения

Оценка прогнозов погоды в зависимости от поставленной цели может быть административной и научной.

Административная оценка предусматривает расчет двух показателей успешности и выполняется с целью:

- осуществления мониторинга общего качества прогнозирования;
- установления путей его совершенствования и принятия необходимых административных решений (подготовка методических документов, оснащение вычислительной техникой и т. д.).

Научная оценка предусматривает расчет целого ряда показателей успешности с целью выяснения сильных и слабых сторон методов прогнозирования и определения конкретных направлений улучшения качества прогнозов путем дополнительных исследований.

Порядок оценки качества прогнозов погоды и их уточнений

Качество прогнозов определяют путем сравнения прогнозов погоды с данными наблюдений метеорологических станций и постов.

Краткосрочные прогнозы погоды оценивают по пункту и территории. Если прогнозы погоды на последующие двое суток составляют только по территории, то их соответственно и оценивают только по территории.

Краткосрочные прогнозы погоды оценивают отдельно для дня и ночи. Оправдываемость суточного прогноза определяется как среднее из значений оправдываемости прогнозов на ночь и на день.

Из всех уточнений прогноза погоды оценивают только одно – на текущий день.

Для оценки прогнозов погоды по пункту привлекают данные наблюдений всех метеорологических станций и постов, находящихся в данном пункте и ближайших (до 20 км) пригородах (окрестностях).

Если в пункте и ближайших пригородах регулярно проводят наблюдения на 2 станциях и постах и более, то прогнозы оценивают отдельно по каждой станции.

Если в пункте имеется лишь одна метеорологическая станция, то прогнозы оценивают по этой станции.

Для оценки прогнозов погоды по территории используют данные наблюдений всех метеорологических станций и постов (включая, по

возможности, принадлежащие другим ведомствам), привлеченных к подаче телеграмм в основные и дополнительные сроки, а также к подаче штормовой информации. Данные наблюдений станций и постов, находящихся в пункте, используют при оценке прогнозов погоды по территории.

Для оценки прогнозов погоды, содержащих ОЯ, помимо данных наблюдений метеорологических станций и постов, расположенных на обслуживаемой территории, привлекают данные МРЛ, станций других ведомств, а также сообщения, поступившие от территориальных органов МЧС России, и данные, полученные в результате обследования районов ЧС.

С целью оценки детализированных прогнозов погоды в прогностическом подразделении должна быть заранее проведена детализация (районирование) обслуживаемой территории с соответствующим перечнем метеорологических станций и постов.

Определение качества прогноза погоды включает установление сначала показателей качества прогноза каждой метеорологической величины и каждого явления в отдельности по пункту (территории), а затем общего (сводного) показателя качества прогноза погоды по этому пункту (территории).

При оценке качества прогнозов метеорологических величин по пункту (территории) рассчитывают оправдываемость прогнозов, а для прогноза температуры воздуха по пункту, кроме оправдываемости, – абсолютную ошибку.

Абсолютная ошибка прогноза температуры – разность между прогностическим и фактически наблюдавшимся значением температуры.

Оправдываемость прогноза метеорологической величины – степень соответствия прогнозируемого интервала значений метеорологической величины фактически наблюдавшимся ее значениям.

При оценке качества прогнозов атмосферных явлений по пункту (территории) рассчитывают только их оправдываемость.

Оправдываемость прогноза метеорологической величины (атмосферного явления) по территории (пункту) на полусутки определяют как отношение числа станций, на которых прогноз оправдался, к общему числу станций на территории (в пункте), в процентах:

$$P = \frac{n}{N} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где n – число станций, на которых прогноз погоды оправдался; N – общее число станций на территории (в пункте).

Оценку качества прогноза метеорологических величин и явлений погоды производят независимо от того, предусматривались или не

предусматривались ОЯ в данном прогнозе, наблюдались или не наблюдались они фактически.

Оценка качества прогнозов метеорологических величин и атмосферных явлений по пункту и территории

Оценка прогноза температуры воздуха

Оценку прогноза температуры воздуха производят путем сравнения фактической температуры с прогнозируемой (днем – максимальной, ночью – минимальной).

Качество прогноза температуры по пункту и территории характеризуется оправдываемостью (а по пункту – и абсолютной ошибкой) отдельно для максимальной и минимальной температуры.

Определение оправдываемости прогноза температуры на каждой станции производят альтернативно с допуском. Оправдываемость P_t равна 100%, если фактически наблюдаемая максимальная (минимальная) температура находится в пределах прогнозируемой градации или отличается от крайних ее значений не более чем на 2°C . Если фактические значения наблюдаемой температуры отличаются от прогнозируемых значений более чем на 2°C , то оправдываемость P_t равна 0%.

Оправдываемость прогноза температуры по территории (пункту) за полусутки определяют по формуле (1).

Примеры:

1. В прогнозе по пункту ожидалась минимальная температура ночью $5-7^{\circ}\text{C}$, максимальная температура днем $14-16^{\circ}\text{C}$.

Фактически ночью наблюдалась минимальная температура 4°C , днем – максимальная температура 11°C . Оправдываемость прогноза минимальной температуры – 100%, так как ее фактическое значение отличается от крайнего значения прогнозируемого интервала (5°C) на 1°C . Оправдываемость максимальной температуры – 0%, так как ее фактическое значение отличается от крайнего значения прогнозируемого интервала (14°C) на 4°C при допуске 2°C .

2. В прогнозе по территории (на которой расположено 13 станций) на ночь дана минимальная температура $-10...-15^{\circ}\text{C}$.

Фактически на 12 станциях минимальная температура отмечена от -8 до -16°C (прогноз оправдался), а на 1 станции она равнялась -6°C (прогноз не оправдался). Общая оправдываемость прогноза по территории составила

$$P_{t_{\text{мер}}} = \frac{12}{13} \cdot 100 = 92\%.$$

В случае использования в прогнозе по территории одной дополнительной градации температуры воздуха или более расчет оправдываемости производят по формуле

$$P_{t_{мер}} = \frac{n_{t_{осн}} + n_{t_{доп}}}{N} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где $n_{t_{осн}}$ и $n_{t_{доп}}$ – число станций с оправдавшимся прогнозом соответственно в основной и дополнительной градациях температуры воздуха.

Пример: – В прогнозе на ночь по территории дана минимальная температура $-9...-14^{\circ}\text{C}$, в центральных районах области она ожидалась $-19...-24^{\circ}\text{C}$.

Число станций на обслуживаемой территории – 10, из них в центральной части области – 3.

Фактически на 6 станциях, не относящихся к центральным районам, наблюдалась температура от -8 до -15°C (прогноз оправдался), на 1 станции она была равна -17°C (прогноз не оправдался). В центральных районах области на 1 станции температура была -20°C (прогноз оправдался), на 2 станциях она понижалась до -27 и -29°C (прогноз не оправдался). Общая оправдываемость прогноза составила

$$P_{t_{мер}} = \frac{6+1}{10} \cdot 100 = 70\%.$$

Если температура воздуха по территории (части территории) прогнозировалась в градации, крайнее значение которой соответствовало установленному критерию ОЯ (прогнозировалась в градации ОЯ) или прогнозировались заморозки в воздухе и (или) на поверхности почвы в период активной вегетации (при этом было составлено и передано штормовое предупреждение), то прогноз считают оправдавшимся при условии: фактическая температура достигла критерия ОЯ (с допуском 2°C) или были отмечены заморозки в воздухе и (или) на почве хотя бы на одной станции.

Если температура воздуха по территории (части территории) прогнозировалась в градации, крайнее значение которой соответствовало установленному критерию ОЯ (прогнозировалась в градации ОЯ) или прогнозировались заморозки в воздухе и (или) на поверхности почвы (при этом было составлено и передано штормовое предупреждение), но фактическая температура воздуха не достигла критерия ОЯ ни на одной станции с допуском 2°C (или заморозки не были отмечены ни на одной станции), то оценку оправдываемости прогноза температуры производят по станциям.

Если температура воздуха по территории (части территории) прогнозировалась в градации, крайнее значение которой не достигало

критерия ОЯ (заморозки в воздухе и (или) на поверхности почвы в период активной вегетации не прогнозировались), но фактическая температура воздуха достигла критерия ОЯ с допуском 2°С или превысила критерий ОЯ хотя бы на одной станции территории (части территории), или были отмечены заморозки в воздухе и (или) на почве хотя бы на одной станции, то оценку оправдываемости прогноза температуры производят по станциям.

Расчет оправдываемости прогноза температуры воздуха в указанных случаях производят по формуле

$$P_{t_{мер}} = \frac{P_{t_{осн}} + P_{t_{допОЯ}}}{2}, \quad (3)$$

где

$$P_{t_{осн}} = \frac{n_{осн}}{N_{осн}} \cdot 100\%; \quad (4)$$

$P_{t_{оснОЯ}} = 100\%$, если прогноз ОЯ на части территории оправдался;

$P_{t_{допОЯ}} = 0\%$, если прогноз ОЯ на части территории не оправдался.

Примеры:

1. В прогнозе на ночь по территории (20 станций) указана температура 3 – 8°С, по северу территории (5 станций) ожидалось заморозки до -2°С. Дано штормовое предупреждение о заморозках до -2°С, ожидаемых по северу территории.

Фактически на 12 станциях температура была от 4 до 8°С (прогноз оправдался), на 3 станциях – 0°С (прогноз не оправдался). На севере территории на 3 станциях температура была -1...-3°С, на 2 станциях она составила 0 – 1°С, т. е. $P_{t_{допОЯ}} = 100\%$.

$$P_{t_{мер}} = \frac{\frac{12}{20} \cdot 100 + 100}{2} = 90\%.$$

2. В прогнозе на день по территории (10 станций) указана температура 29–34°С, по юго-востоку (2 станции) – до 39°С (критерий ОЯ). Дано штормовое предупреждение о сильной жаре по юго-востоку территории.

Фактически на всех станциях температура была от 30 до 35°С, т. е. критерия ОЯ на юго-востоке территории температура не достигла, $P_{t_{допОЯ}} = 0\%$

$$P_{t_{мер}} = \frac{100 + 0}{2} = 50\%.$$

3. В прогнозе на ночь по территории (10 станций) указана температура $-28...-33^{\circ}\text{C}$, по северо-востоку территории (3 станции) – до -40°C (критерий ОЯ).

Фактически по всей территории наблюдалась температура от -39 до -42°C , т. е. прогноз оправдался лишь в дополнительной градации (на 3 станциях).

$$P_{t_{\text{мер}}} = \frac{0+100}{2} = 50\%.$$

Абсолютную ошибку δt , характеризующую точность прогноза температуры воздуха по пункту, рассчитывают как разность между прогнозируемым средним значением экстремальной температуры и ее фактическим значением с точностью до $0,1^{\circ}\text{C}$.

Если в пункте имеются 2 станции (поста) и более, то рассчитывают среднюю абсолютную ошибку δt путем осреднения вычисленных значений абсолютных ошибок для каждой станции (поста), находящейся в данном пункте.

Оценку прогноза температуры воздуха при аномальном ее ходе производят только по пункту. В случае значительного (превышающего 5°C) аномального хода температуры оценку прогноза производят:

- при аномальном ходе ночью – по значению температуры в утренние часы;
- при аномальном ходе днем – по значению температуры в вечерние часы.

Примеры:

1. В прогнозе предусматривалось днем сильное похолодание: от $2 - 4^{\circ}\text{C}$ утром до $-8...-10^{\circ}\text{C}$ к вечеру.

Фактически утром температура была 2°C , к 17 ч она понизилась до -7°C . Прогноз оправдался ($P_t=100\%$).

2. В прогнозе предусматривалось повышение температуры ночью от $-15...-17^{\circ}\text{C}$ вечером до $-3...-5^{\circ}\text{C}$ к утру.

Фактически температура повысилась от -14°C вечером до -8°C к утру. Произошло повышение температуры на 6°C , и оценку производят по утреннему значению. Поскольку значение температуры утром (-8°C) отличается от прогнозируемого интервала более чем на 2°C , прогноз считают не оправдавшимся ($P_b = 0\%$).

3. В прогнозе ночью предусматривалась минимальная температура $2 - 4^{\circ}\text{C}$.

Фактически температура повысилась от 3°C вечером до 7°C к утру. Поскольку аномальный ход составил всего 4°C , то оценка производится по

минимальной температуре. Прогноз оправдался ($P_b = 100\%$), так как минимальная температура находилась в прогнозируемой градации.

Оценка прогноза осадков

Качество прогноза осадков по территории $P_{ос.тер}$ характеризуется оправдываемостью прогноза факта их наличия (отсутствия) и количества и рассчитывается как среднее из этих характеристик:

$$P_{ос.тер} = \frac{P_{факт} + P_{кол}}{2}, \quad (5)$$

где $P_{факт}$ – оправдываемость прогноза факта наличия (отсутствия) осадков; $P_{кол}$ – оправдываемость прогноза количества осадков.

В случае детализации прогноза осадков по территории с применением дополнительных градаций количества осадков расчет оправдываемости производят отдельно для каждой части территории, а затем осредняют:

$$P_{ос.тер} = \frac{(P_{ос.тер})_{осн} + (P_{ос.тер})_{доп}}{2}, \quad (6)$$

где $(P_{ос.тер})_{осн}$ – оправдываемость прогноза осадков по основной градации; $(P_{ос.тер})_{доп}$ – оправдываемость прогноза осадков по дополнительной градации.

При оценке оправдываемости прогноза осадков по пункту $P_{ос.п}$ учитывают также их продолжительность:

$$P_{ос.тер} = \frac{P_{факт} + P_{кол} + P_{прод}}{3}, \quad (7)$$

где $P_{прод}$ – оправдываемость прогноза продолжительности осадков.

При использовании в прогнозе терминов «местами», «в отдельных районах» прогноз факта наличия осадков считают оправдавшимся ($P_{ос.тер} = 100\%$), если осадки наблюдались хотя бы на одной станции, и не оправдавшимся ($P_{ос.тер} = 0\%$), если осадки не наблюдались ни на одной станции.

В случае применения в прогнозе осадков термина «преимущественно без осадков» факт наличия (отсутствия) осадков не оценивают и расчет оправдываемости прогноза осадков производят по формулам

$$P_{ос.тер} = P_{кол.тер}, \quad (8)$$

$$P_{ос.п} = P_{кол.п} + P_{прод}, \quad (9)$$

Оправдываемость прогноза факта наличия (отсутствия) осадков определяют с помощью таблицы 8 (для жидких и смешанных осадков) и

таблицы 9 (для твердых осадков) по формуле (1) или при применении деления территории – по формуле

$$P_{\text{факт. тер}} = \frac{n_{\text{осн}} + n_{\text{доп}}}{N} \cdot 100\%; \quad (10)$$

где $n_{\text{осн}}$ и $n_{\text{доп}}$ – количество станций с оправдавшимся прогнозом факта наличия (отсутствия) осадков соответственно на основной территории и на выделенной ее части.

Таблица 8

**Оправдываемость прогноза факта наличия (отсутствия)
жидких и смешанных осадков**

Прогноз	$P_{\text{факт. тер}}$ (%) при количестве осадков мм за 12 ч	
	Без осадков и $\leq 0,2$	$\geq 0,3$
Без осадков	100	0
С осадками $\geq 0,3$ мм за 12 ч	0	100

Таблица 9

**Оправдываемость прогноза факта наличия (отсутствия)
твердых осадков**

Прогноз	$P_{\text{факт. тер}}$ (%) при количестве осадков мм за 12 ч	
	Без осадков и $\leq 0,1$	$\geq 0,2$
Без осадков	100	0
С осадками $\geq 0,1$ мм за 12 ч	0	100

Оценку оправдываемости прогноза количества осадков $P_{\text{кол}}$ производят с использованием таблицы 10 (для жидких и смешанных осадков) и таблицы 11 (для твердых осадков) на каждой станции обслуживаемой территории по формуле (1).

Примеры:

1. В прогнозе по территории (12 станций) ожидалось дожди, по югу территории (3 станции) – сильные.

Фактически на 5 станциях выпало от 3 до 8 мм осадков ($P_{\text{ос}} = 100\%$), на 4 станциях – от 12 до 14 мм ($P_{\text{ос}} = 50\%$), на юге (3 станции) – от 14 до 18 мм ($P_{\text{ос}} = 100\%$). По формуле (6)

$$P_{\text{ос. тер}} = \frac{100 + \frac{5 \cdot 100 + 4 \cdot 50 + 3 \cdot 100}{12}}{2} = 92\%.$$

2. В прогнозе по территории (10 станций) осадки не предусматривались. Фактически в западной половине (5 станций) наблюдался снег, количество осадков составило от 0,5 до 3 мм. По формуле (6)

$$P_{ос. тер} = \frac{\frac{5 \cdot 0 + 5 \cdot 100}{10} + \frac{5 \cdot 100 + 5 \cdot 50}{10}}{2} = 62\%.$$

Таблица 10

Оправдываемость прогноза количества жидких и смешанных осадков

Прогнозируемое количество осадков, мм за 12 ч	$P_{кол}$ (%) при количестве осадков, мм за 12 ч			
	Без осадков и <0,2	0,3—10	11—49	≥ 50
Без осадков и < 0,2	100	50	0	0
0,3—10	50	100	50**	0
11—49	0	50	100	50
≥50*	0	0	50**	100

*Прогноз количества осадков ≥ 50 мм за 12 ч (критерий ОЯ) оценивают с допуском 20%, т. е. $P_{кол ОЯ} = 100\%$ при количестве выпавших осадков ≥40 мм за период ≤12 ч.
 ** $P_{кол ОЯ} = 50\%$ при количестве выпавших осадков 11 – 39 мм за период ≤ 12 ч.

Таблица 11

Оправдываемость прогноза количества твердых осадков

Прогнозируемое количество осадков, мм за 12 ч	$P_{кол}$ (%) при количестве осадков, мм за 12 ч			
	Без осадков и <0,1	0,2—4	5—19	≥ 20
Без осадков и < 0,2	100	50	0	0
0,2—4	50	100	50**	0
5—19	0	50	100	50
≥20*	0	0	50**	100

*Прогноз количества осадков ≥ 50 мм за 12 ч (критерий ОЯ) оценивают с допуском 20%, т. е. $P_{кол ОЯ} = 100\%$ при количестве выпавших осадков ≥16 мм за период ≤12 ч.
 ** $P_{кол ОЯ} = 50\%$ при количестве выпавших осадков 5 – 15 мм за период ≤ 12 ч.

Если в прогнозе по территории (части территории) указывается количество осадков, достигающее критерия ОЯ, и фактическое количество осадков достигает этого значения (с допуском 20%) хотя бы на одной станции, прогноз по территории (части территории) считают оправдавшимся

($P_{ос доп} = 100\%$). Если количество осадков в градации ОЯ по территории (части территории) не прогнозировалось, но наблюдалось хотя бы на одной станции, прогноз по территории (части территории) считают не оправдавшимся ($P_{ос. доп.} = 0\%$) и расчет оправдываемости количества осадков осуществляют по всем станциям обслуживаемой территории (части территории).

Пример: – В прогнозе по территории (20 станций) на день ожидался сильный снег, по западу территории (5 станций) – очень сильный снег. Дано штормовое предупреждение с заблаговременностью 6 ч.

Фактически на 12 станциях количество осадков составило от 7 до 18 мм ($P_{кол} = 100\%$), на 3 станциях – 4 мм ($P_{кол} = 50\%$). На западе территории на 2 станциях выпало 21 и 23 мм осадков (ОЯ), на 1 станции – 17 мм ($P_{кол доп} = 100\%$). По формуле (7)

$$P_{ос. тер} = \frac{100 + \frac{12 \cdot 100 + 3 \cdot 50 + 100}{12}}{2} = 86\%.$$

Если в пункте прогноза находятся 2 пункта наблюдений (станции, поста) и более, то оценку производят с учетом каждого пункта наблюдений.

Прогноз продолжительности осадков по пункту считают оправдавшимся ($P_{прод} = 100\%$), если в пункте прогнозировались и фактически наблюдались осадки в градации продолжительности в соответствии с таблицей 6.

Примеры:

1. В прогнозе по пункту (3 станции) ожидалось кратковременные дожди.

Фактически на 1-й станции в течение 2 ч отмечено 9 мм осадков, на 2-й – в течение 2 ч 45 мин отмечено 7 мм, на 3-й – за 1 ч 50 мин – 17 мм. По формуле (7)

$$P_{ос. н.} = \frac{100 + \frac{2 \cdot 100 + 1 \cdot 50}{3} + 100}{3} = 94\%.$$

2. По пункту (3 станции) был дан прогноз «без осадков». Фактически в течение 3 ч шли небольшие дожди, количество осадков составило от 0,5 до 1,2 мм. По формуле (7)

$$P_{ос. н.} = \frac{0 + 50 + 0}{3} = 17\%.$$

3. В прогнозе по пункту (2 станции) ожидалось небольшие кратковременные дожди.

Фактически осадков не было. По формуле (7)

$$P_{ос. н.} = \frac{0 + 50 + 0}{3} = 17\%.$$

Оценка прогноза ветра

При оценке оправдываемости прогноза ветра направление ветра не оценивают; прогноз скорости ветра оценивают начиная со скорости 12 м/с.

Оценку прогноза скорости ветра производят путем сравнения прогностической с фактически наблюдаемой максимальной (включая порывы) скоростью ветра.

Для оценки качества прогноза скорости ветра по территории и пункту рассчитывают его оправдываемость P_v .

Если максимальная скорость ветра в градациях ОЯ в прогнозе не предусматривалась и не наблюдалась, прогноз считают оправдавшимся ($P_v=100\%$) при условии, что отклонение фактического значения максимальной скорости ветра от крайних значений прогнозируемой градации скорости не превышает 2 м/с.

Примеры:

1. В прогнозе предусматривалась скорость ветра 7–12 м/с. Прогноз считают оправдавшимся, если фактические значения скорости находятся в интервале от 5 до 14 м/с.

2. В прогнозе предусматривалась скорость ветра 17–22 м/с. Прогноз считают оправдавшимся, если фактические значения скорости находятся в интервале от 15 до 24 м/с.

Оправдываемость прогноза скорости ветра по территории $P_{v_{тер}}$ и по пункту (где имеются 2 станции и более) рассчитывают по формуле (1). При использовании в прогнозе дополнительных градаций (или прогнозе ветра по частям обслуживаемой территории) оценку прогноза производят по формуле

$$P_{v_{тер}} = \frac{n_{v_{осн}} + n_{v_{доп}}}{N} \cdot 100\%, \quad (11)$$

где $n_{v_{осн}}$ и $n_{v_{доп}}$ – число станций с оправдавшимся прогнозом соответственно в основной и дополнительной градациях температуры воздуха.

Пример: – В прогнозе по территории (10 станций) предусматривался западный ветер скоростью от 7 до 12 м/с, на побережье (3 станции) – от 15 до 20 м/с.

Фактически на побережье на 2 станциях отмечена скорость ветра от 16 до 18 м/с (прогноз оправдался), на 1 станции – 11 м/с (прогноз не оправдался). На остальных станциях скорость ветра была от 6 до 10 м/с (прогноз оправдался). Общая оправдываемость составила

$$P_{v_{тер}} = \frac{7 + 2}{10} \cdot 100\% = 90\%.$$

Если максимальная скорость ветра по территории (части территории) прогнозировалась в градации, крайнее значение которой соответствовало установленному критерию ОЯ, или прогнозировалась в градации ОЯ (при

этом было составлено и передано потребителям штормовое предупреждение), то прогноз считают оправдавшимся при условии, что фактическая максимальная скорость ветра достигла критерия ОЯ (с допуском 10%) хотя бы на одной станции.

Если максимальная скорость ветра по территории (части территории) прогнозировалась в градации, крайнее значение которой соответствовало установленному критерию ОЯ, или в градации ОЯ (при этом было составлено и передано потребителям штормовое предупреждение), но не наблюдалась ни на одной станции, то оценку прогноза производят по станциям.

Если на части территории максимальная скорость ветра прогнозировалась и наблюдалась (или не прогнозировалась, а фактически наблюдалась) в градациях ОЯ, расчет оправдываемости прогноза производят по формуле

$$P_{v_{тер}} = \frac{P_{v_{осн}} + P_{v_{доп.ОЯ}}}{2}, \quad (12)$$

где

$$P_{v_{осн}} = \frac{n_{осн}}{N_{осн}} \cdot 100\% ;$$

$P_{v_{доп.ОЯ}} = 100\%$, если скорость ветра достигала критерия ОЯ на части территории;

$P_{v_{доп.ОЯ}} = 0\%$, если на части территории скорость ветра не достигала критерия ОЯ.

Примеры:

1. В прогнозе по территории (10 станций) предусматривалась скорость ветра 12–17 м/с, на побережье (3 станции) – порывы 25–30 м/с (ОЯ). С заблаговременностью 9 ч составлено и передано штормовое предупреждение об усилении ветра на побережье до 25–30 м/с.

Фактически на 2 станциях наблюдалась скорость ветра 8 м/с ($P_v = 0\%$), на 5 станциях – от 10 до 17 м/с ($P_v = 100\%$); на побережье на 2 станциях – 24 и 28 м/с и на 1 станции – 21 м/с. Прогноз ОЯ оправдался и $P_{v_{доп.ОЯ}} = 100\%$.

$$P_{v_{тер}} = \frac{\frac{5 \cdot 100}{7} + 100}{2} = 86\%.$$

2. В прогнозе по территории (10 станций) предусматривалась скорость ветра 12–17 м/с, на побережье (3 станции) – от 25 до 30 м/с. Штормовое предупреждение об усилении ветра на побережье до 25–30 м/с было составлено с заблаговременностью 12 ч и за 2 ч до начала его действия было отменено.

Фактически на 4 станциях отмечалась скорость ветра от 10 до 15 м/с, на 3 станциях – от 8 до 9 м/с, на побережье – от 19 до 21 м/с. Прогноз ОЯ не оправдался $P_{v_{доп.ОЯ}} = 0\%$.

$$P_{v_{тер}} = \frac{\frac{4 \cdot 100}{7} + 100}{2} = 28\%.$$

Если максимальная скорость ветра по территории (части территории) прогнозировалась в градации, не достигающей значений ОЯ, а фактически достигала или превышала критерий ОЯ хотя бы на одной станции территории (части территории), то оценку оправдываемости прогноза производят по станциям с использованием формулы (11).

Пример: – В прогнозе по территории (15 станций) предусмотрена скорость ветра от 10 до 15 м/с, по западу территории (4 станции) – до 20 м/с. С заблаговременностью 1 ч было составлено и передано штормовое предупреждение об усилении ветра по западным районам обслуживаемой территории до 20–25 м/с.

Фактически на основной части территории на 9 станциях наблюдалась скорость ветра от 9 до 16 м/с ($P_v = 100\%$), на 2 станциях – 19 м/с ($P_v = 0\%$); на западе территории на 2 станциях – от 20 до 22 м/с, на остальных 2 станциях – 25 и 26 м/с – ОЯ ($P_{v_{доп.ОЯ}} = 0\%$).

$$P_{v_{тер}} = \frac{\frac{9 \cdot 100}{11} + 0}{2} = 41\%.$$

Оценка прогноза атмосферных явлений

Оценке подлежат прогнозы следующих атмосферных явлений (явлений погоды):

- метели (в том числе низовой);
- пыльной (песчаной) бури;
- шквала;
- тумана;
- града;
- гололеда, изморози;
- налипания мокрого снега;
- грозы.

Прогнозы атмосферных явлений (за исключением явлений, достигших критериев ОЯ) оценивают по пункту и территории альтернативно по факту их наличия или отсутствия.

Если в прогнозе по пункту и (или) территории предусматривалось явление и оно наблюдалось хотя бы на одной станции, то прогноз оправдался ($P_{явл} = 100\%$).

Прогноз по пункту и (или) территории, в котором предусматривались атмосферные явления, считают не оправдавшимся ($P_{явл} = 0\%$), если явление не наблюдалось ни на одной станции.

Если в прогнозе по пункту и (или) территории явление не прогнозировалось и не наблюдалось, то оценку прогноза не производят.

Оценка оправдываемости прогнозов погоды по пункту и территории

Оценку оправдываемости прогнозов погоды производят отдельно по пункту и территории.

Общую оправдываемость прогноза $P_{н.н.}$ вычисляют как среднее из значений оправдываемости прогнозов температуры, осадков, ветра и атмосферных явлений:

$$P_{н.н.} = \frac{P_t + P_{ос} + P_v + P_{явл}}{4}, \quad (13)$$

где P_t – оправдываемость прогноза температуры;

$P_{ос}$ – оправдываемость прогноза осадков;

P_v – оправдываемость прогноза ветра (при скорости ≥ 12 м/с);

$P_{явл}$ – оправдываемость прогноза атмосферных явлений.

При прогнозируемой и фактически наблюдаемой скорости ветра менее 12 м/с формула (13) приобретает вид

$$P_{н.н.} = \frac{P_t + P_{ос} + P_{явл}}{3}. \quad (14)$$

ПРАВИЛА РАЗБОРА НЕОПРАВДАВШИХСЯ ПРОГНОЗОВ ПОГОДЫ

Введение

Разбор – анализ неоправдавшихся (ошибочных) прогнозов погоды и исследование причин, приведших к несоответствию прогнозируемых условий погоды фактически наблюдавшимся.

Цели и задачи разбора неоправдавшихся прогнозов погоды

Тщательный и регулярный анализ и исследование ошибочных прогнозов погоды проводятся оперативными органами Росгидромета в целях повышения качества метеорологического обслуживания народного хозяйства и населения.

К основным задачам анализа и исследования ошибочных прогнозов погоды относятся:

- а) выявление и детальное исследование причин, приведших к ошибке (ошибкам) в прогнозе погоды при конкретной синоптической ситуации и исходной метеорологической информации;
- б) обобщение и систематизация материалов анализа и результатов исследований по аналогичным синоптическим ситуациям, метеорологическим величинам и явлениям погоды, а также выработка рекомендаций, использование которых при составлении прогнозов погоды в последующем должно способствовать повышению их надежности;
- в) выработка мероприятий (организационных, методических), направленных на улучшение прогностической работы.

Перечень ошибочных прогнозов, подлежащих анализу, и сроки проведения анализа

Разбору подлежат все неоправдавшиеся прогнозы погоды, а также предупреждения об ОЯ, с которыми непосредственно или косвенно были связаны происшествия и значительные ущербы в народном хозяйстве.

Кроме того, рекомендуется анализировать и исследовать прогнозы погоды в следующих случаях:

- 1) когда прогнозы составлены при сложных синоптических ситуациях и имеют поучительное значение – в этих случаях целесообразно

проанализировать даже те прогнозы погоды, которые не повлияли на деятельность потребителей прогнозов;

- 2) когда ошибки в прогнозах метеорологических величин или явлений погоды были следствием только что внедренного метода – эти прогнозы целесообразно анализировать с целью оценки положительных и отрицательных сторон данного метода и дальнейшего его совершенствования.

Разбор ошибочных прогнозов общего пользования следует производить не позднее 15 дней после окончания его действия. Сроки разбора специализированных прогнозов назначаются в зависимости от характера последствий, связанных с данным прогнозом (аварии, нарушения движения и простои на транспорте, повреждения сельскохозяйственных культур и др.)

Если ошибочный прогноз явился прямой причиной происшествия и с ним был связан значительный ущерб, то предварительный разбор такого прогноза производится в кратчайшие сроки для установления предварительных причин, приведших к ошибке в данном прогнозе. Окончательное исследование этих причин с выработкой соответствующих рекомендаций осуществляется не позднее 15-дневного срока.

Материалы, используемые для анализа причин ошибочных прогнозов погоды

При анализе ошибочных прогнозов погоды в первую очередь необходимо использовать те материалы, которые привлекались для их составления:

- фактические и прогностические карты распределения давления у поверхности Земли и геопотенциала на высотах;
- карты диагностических и прогностических вертикальных движений воздуха;
- карты струйных течений и данные о траекториях воздушных частиц;
- космические снимки облачных полей и данные метеорологических радиолокационных станций и т.п.

В зависимости от того, прогноз какой метеорологической величины или явления погоды не оправдался, к анализу следует привлекать дополнительные материалы:

- карты влажности, осадков, экстремальных значений температуры воздуха;
- аэрологические диаграммы, расчетные графики и соотношения, эмпирические зависимости и т.п.

Для уточнения условий погоды в некоторых случаях, например при анализе специализированных авиационных прогнозов погоды, необходимо использовать бортовую погоду, ежечасные данные о фактической погоде, штормовые оповещения и другие материалы.

Во всех случаях при анализе неоправдавшихся прогнозов погоды привлекаются данные, занесенные в журнал обоснований прогнозов:

- координаты начальных точек траекторий воздушных частиц;
- значения вертикальных движений воздуха на различных изобарических поверхностях и на различные сроки;
- адвективные значения и трансформационные изменения температуры и влажности воздуха,

а также примененные расчетные формулы и результаты расчетов.

В журнале должны быть изложены и соображения синоптика, положенные в основу корректив прогностических барических полей и различных расчетов. На основании этих данных при разборе прогноза можно решить, каким факторам прогнозист отдал предпочтение при составлении прогноза, роль каких он не принял во внимание либо же оценил не верно.

Систематизация результатов разбора ошибочных прогнозов погоды

Обобщение и систематизацию результатов анализа необходимо производить по характерным синоптическим ситуациям в той последовательности, в какой осуществлялось исследование причин неоправдавшихся прогнозов погоды.

Завершающим этапом разбора является составление рекомендаций, главным образом, методического характера, направленных на улучшение прогностической работы и повышение надежности прогнозов погоды. Эти рекомендации разрабатываются на основании исследования и обобщения причин, приведших к непосредственным ошибкам в ранее составляемых прогнозах.

Наиболее ценными являются результаты анализа причин тех ошибочных прогнозов погоды, которые составлялись при сложных синоптических ситуациях. В этих случаях необходимо не только подробно изложить анализ причин, приведших к ошибке (ошибкам) в прогнозе, но и физические обоснования тех факторов, роль которых была решающей.

Методика анализа и исследований причин ошибочных прогнозов погоды

Методически правильно из большого многообразия условий и факторов, определяющих формирование погоды, выделить основные, на которые необходимо обращать особое внимание при исследовании причин ошибочных прогнозов погоды в данной конкретной синоптической обстановке. Эти причины могут носить как объективный, так и субъективный характер.

Объективные причины связаны с несовершенством схем численного гидродинамического прогноза барических полей и синоптических правил, применяемых при составлении карт будущего синоптического положения, что может привести к неверному представлению о развитии синоптических процессов. К этому роду причин относится недостаточность исходных данных, а также несовершенство правил и методов, применяемых для прогноза метеорологических величин и явлений погоды.

К *субъективным причинам* относятся ошибки и неточности в анализе аэросиноптического материала, положений фронтальных разделов, использование неверных исходных данных и т.п., а также ошибочная оценка прогнозистом роли тех факторов, которые в данной синоптической ситуации оказались решающими. К этим причинам следует отнести ошибки, допущенные в расчетах, а также неиспользование рекомендованных методов прогноза той или иной метеорологической величины или явления погоды.

Исходя из значимости указанных причин и последовательности в технологии составления прогнозов погоды ошибочные прогнозы можно свести к трем группам (приложение 1).

К первой группе ошибочных прогнозов относятся те, причинами которых явились неправильно предсказанные барические поля, а также неверно оцененные интенсивность и эволюция атмосферных фронтов. В этом случае возможны три варианта:

1. Прогностические барические поля у поверхности Земли и на высотах оказались настолько неудачными, что решающая роль этой причины в ошибке прогноза погоды становится очевидной даже при визуальном сравнении прогностических и фактических барических карт, поэтому, при исследовании следует ограничиться выявлением причин, приведших к ошибке в прогнозе барического поля.
2. Прогностические и фактические барические поля близки между собой и вклад несоответствия этих полей в ошибку прогноза погоды неочевиден. Если при тщательном анализе окажется, что несоответствия в барических полях не оказали решающей роли в ошибке прогноза

погоды, тогда исследуется роль других факторов, которые могли привести к возникновению непредусмотренных прогнозом погоды явлений или изменению их интенсивности.

3. Прогноз барических полей оказался удачным и не мог явиться причиной ошибочного прогноза погоды. В этих случаях детально анализируется динамика атмосферных фронтов, их интенсивность и эволюция.

Во вторую группу ошибочных прогнозов включаются те прогнозы, причинами которых явились неверно рассчитанные промежуточные характеристики (вариант 1), а также погрешности метода (вариант 2). В данном случае исследуются траектории воздушных частиц, вертикальные движения, использованные для прогноза, а также методики прогноза метеорологических величин и явлений погоды.

К третьей группе ошибочных прогнозов относятся те, причинами которых являлись упущения в работе прогнозиста (вариант 1) либо недостаточность исходных данных (вариант 2).

Исследование причин ошибочных прогнозов барических полей

Качественная оценка несоответствия барических полей может быть произведена путем копирования прогностических и фактических полей на одну карту. Более объективная оценка производится путем сопоставления вычисленных значений лапласиана давления (геопотенциала) по восьми точкам в радиусе 500 км с центром в пункте прогноза, что позволяет установить несоответствие как по знаку так и по интенсивности.

Поскольку в настоящее время при составлении прогнозов погоды используются карты прогностических барических полей, рассчитанных численными методами иногда по нескольким прогностическим схемам, то прогнозист при составлении прогноза погоды должен оценить прогностические поля и в каждом конкретном случае взять за основу одно из них. Иногда эти поля корректируются синоптиком-прогнозистом с помощью эмпирических правил, признаков, соотношений и простейших расчетов, а в ряде случаев за основу прогноза берутся карты будущего синоптического положения, построенные синоптическим способом.

Поэтому в первую очередь исследуются прогностические барические поля, взятые синоптиком за основу для прогноза, что зафиксировано в журнале обоснований.

Существенные ошибки в прогнозах приземного барического поля могут быть связаны с просчетами в направлении и скорости перемещения

барических образований или непредвиденной их эволюцией. Если для прогноза перемещения приземных барических образований использовалось правило ведущего потока, то необходимо установить, каково было соотношение между действительным перемещением этих образований и реальным потоком с учетом коэффициентов переноса над их центрами. Может оказаться, что при сравнении скорости и направления перемещения приземного барического образования с потоками на фактических картах барической топографии с учетом соответствующих коэффициентов переноса также будут обнаружены несоответствия. В этом случае следует считать, что при данной синоптической обстановке правило ведущего потока не дает желаемого результата и причины ошибки связаны с другими факторами, например с эволюцией приземного барического образования.

Поскольку ошибки в прогностических барических полях влекут за собой неточности в вертикальных движениях, то необходимо произвести диагностические расчеты последних, используя для этого фактические барические поля.

Для выявления роли других факторов (кроме барического поля) необходимо рассчитать диагностические значения величин, которые были использованы при составлении прогноза погоды и записаны в журнал обоснований. После того как определена роль каждого из рассмотренных факторов, необходимо установить:

- 1) почему при составлении прогноза погоды была допущена ошибка в их оценке;
- 2) какие сведения указывали на то, что данное явление погоды должно или не должно было осуществиться;
- 3) а также когда можно было избежать этой ошибки, т.е. внести соответствующие коррективы в прогноз.

Когда ошибка в прогнозе погоды была вызвана неверным представлением прогнозиста о будущей эволюции фронтов и связанных с ними явлений погоды, ошибками в расчете промежуточных характеристик, недооценкой роли орографии и других местных условий, оказывающих влияние на рассматриваемое явление погоды и т.п., то анализ должен быть продолжен и основное внимание должно быть уделено оценке ошибок в прогностических промежуточных характеристиках.

*Исследование причин ошибочных прогнозов
промежуточных характеристик*

Этими характеристиками являются траектории воздушных частиц и вертикальные движения воздуха. Их значения во многом зависят от прогноза барического поля. В связи с этим необходимо сравнить прогностические и диагностические промежуточные характеристики и оценить вклад их несоответствия в ошибку прогноза рассматриваемой метеорологической величины или явления погоды.

При анализе прогноза погоды целесообразно использовать не только траектории, построенные гидродинамическим методом, но и траектории, построенные другими методами [3, 9]. Если построение траекторий воздушных частиц ни одним из способов не дает желаемого результата, то желательно построить диагностические траектории по фактическим картам барической топографии соответствующих уровней и сроков.

Если обнаружены существенные различия между прогностическими траекториями воздушных частиц и построенными по фактическим картам, тогда оценивается вклад этой ошибки в прогноз рассматриваемой метеорологической величины (явления погоды).

Поскольку несоответствие прогностических траекторий воздушных частиц наблюдавшимся траекториям оказывает влияние на расчет вертикальных движений, необходимо продолжить анализ с целью выяснения вклада ошибки вертикальных движений в прогноз погоды.

Следует рассмотреть вертикальные перемещения воздушных частиц на соответствующих изобарических поверхностях не только для промежутка времени, на который был составлен прогноз погоды, но и для всех предшествующих промежутков вплоть до исходного срока. Как при составлении прогноза погоды, так и при анализе ошибок необходимо иметь в виду, что расчеты по численным гидродинамическим схемам несколько завышают значения прогностических вертикальных движений (иногда до 30%).

Для диагностического расчета вертикальных скоростей можно использовать как фактические данные о ветре, так и данные поля абсолютного геопотенциала [3, 9]. Однако наиболее надежные результаты диагностического расчета вертикальных движений получаются по средней интенсивности осадков за определенный промежуток времени [5]. Такой расчет особенно необходим в тех случаях, когда количество выпавших осадков распространялось по территории неравномерно.

Иногда даже в случаях верно предсказанных барических полей и промежуточных характеристик различные расчетные способы не всегда обеспечивают верный прогноз температуры, влажности воздуха, количества атмосферных осадков и т.п. Поэтому при анализе ошибок прогноза погоды может возникнуть необходимость дополнительного выяснения роли каждого из факторов, способствующих формированию рассматриваемой метеорологической величины или явления погоды.

Методика анализа ошибочных прогнозов отдельных метеорологических величин и явлений погоды

Прогноз облачности

Анализ ошибочного прогноза облачности как самостоятельного явления погоды производится обычно лишь для авиационных прогнозов. Во всех других случаях ошибка в прогнозе облачности рассматривается попутно как причина, приводящая к ошибке в прогнозе какой-либо другой метеорологической величины или явления погоды, считающихся в данном прогнозе основными (минимальная и максимальная температура воздуха, заморозки, осадки, туманы и др.).

При исследовании причин ошибочного прогноза облачности обязательно привлекаются данные об облачных полях, получаемые с метеорологических спутников Земли.

Следует также предварительно установить, какого типа облачность предусматривалась прогнозом и наблюдалась в действительности (конвективная, фронтальная, инверсионная).

В случае фронтальной облачности для выявления действительной роли факторов требуется произвести диагностические расчеты дефицитов точки росы на нескольких уровнях. При конвективной облачности требуется диагностическое определение по методу частицы высоты уровней конденсации и конвекции. Для случаев «инверсионной» облачности определяется возможность образования задерживающих слоев [1, 2, 9].

Прогноз осадков

Осадки связаны с облаками, поэтому в первую очередь рассматриваются перемещение и эволюция облачных зон, особенно фронтальных, из которых могут выпадать осадки, а затем перемещение существующей зоны осадков, ее расширение или уменьшение в зависимости от углубления или заполнения циклона, обострения или размывания фронта.

В тех случаях, когда осадки из облаков еще не выпадали, определяется положение изотермы -10°C относительно нижней границы облаков, так как при восходящих вертикальных движениях и достаточной вертикальной протяженности облаков они могут содержать воду как в жидкой, так и в твердой фазе и давать обложные осадки.

Если же сам факт наличия осадков был предсказан правильно, но оказался ошибочным прогноз их количества, тогда для проверки правильности применения соответствующего метода производятся дополнительные расчеты с использованием прогностических траекторий воздушных частиц и зон вертикальных движений теми методами и в той последовательности, как это делалось при составлении прогноза. В тех случаях, когда расчеты количества обложных осадков оказались верными, но несоответствующими фактическому, производится расчет по диагностическим материалам.

При анализе прогноза осадков необходимо также иметь в виду, что локальные значения температуры и влажности в течение 12-часовых интервалов времени при перемещении различных барических образований не будут оставаться постоянными. Поэтому рассчитанные кривые вертикального распределения температуры и температуры точки росы по этой причине не будут соответствовать реальным, что в свою очередь может привести к несоответствию прогностического и фактического количества осадков.

Ошибочный прогноз ливневых осадков анализируется в тесной связи с динамикой фронтальных разделов и неустойчивостью воздушных масс.

Поскольку распределение ливневых осадков по площади, как и самой конвекции, имеет пятнистый характер, количество осадков, выпавших в данном пункте или на рассматриваемой территории, может не соответствовать тем факторам (признакам, параметрам конвекции), на которых базировался прогноз. В ряде случаев в связи с этим желательно установить среднее количество осадков, выпавшее на рассматриваемой территории, а также число станций в процентах, отметивших осадки, и число станций в процентах, где их количество соответствовало рассчитанным параметрам.

При явном несоответствии рассчитанных параметров конвекции с выпавшим количеством осадков необходимо провести диагностический расчет последних, используя для этой цели фактические кривые распределения температуры и температуры точки росы и попытаться установить причину такого несоответствия.

Прогноз конвективных явлений

Такие опасные явления погоды, как сильный ливневой дождь, гроза, град и шквал, возникают при тех же аэросиноптических ситуациях и термодинамических условиях, которые приводят к образованию кучево-дождевых облаков. Однако далеко не с каждым кучево-дождевым облаком связано хотя бы одно из этих опасных явлений.

Если прогнозом предусматривалось развитие кучево-дождевых облаков и связанное с ними то или иное явление погоды, но в действительности облака не развивались, тогда исследуются только факторы облакообразования, выявляется причина ошибки и анализ на этом можно закончить.

Если же кучево-дождевые облака развивались, тогда анализ должен быть продолжен с целью исследования дополнительных факторов, влияющих на возникновение того или иного опасного конвективного явления погоды. При этом внимание должно быть обращено на то, какие были произведены расчеты и по каким методам.

В первую очередь анализируется, как были рассчитаны параметры конвекции по методике, изложенной в [9], и оценивается ее эффективность. Если этот метод оказался неэффективным, расчеты производятся по другим методикам, в том числе и по региональным.

На основании произведенных расчетов необходимо установить ошибки, допущенные при составлении прогноза. Расчеты необходимо произвести как по прогностическим, так и по диагностическим исходным данным с целью выявления положительных и отрицательных сторон каждого из методов.

Следует отметить, что во многих случаях ошибки в расчете термодинамических характеристик, используемых для прогноза конвективных явлений, могут быть связаны с неточностями в построении кривых вертикального распределения температуры и точки росы. Кроме того, одной из причин может оказаться неучет эффекта вовлечения воздуха из окружающей среды в кучево-дождевое облако.

Прогноз гололеда и сложных отложений

Анализируя ошибочный прогноз гололеда (сложных отложений), в первую очередь необходимо оценить, как были предсказаны (не предсказаны) благоприятные аэросиноптические условия для образования этих явлений [9].

В тех случаях, когда для прогноза гололеда был применен расчетный метод, анализируются следующие этапы при его составлении:

- прогноз количества осадков и их фазового состояния;
- прогностические и фактические значения температуры у поверхности Земли;

- прогностические и фактические значения H_{1000}^{500} ;
- прогностические и фактические значения температуры на уровнях 850 и 925 гПа.

Прогноз явлений, ухудшающих видимость

Видимость зависит от многих факторов и явлений погоды, поэтому при анализе ошибочного прогноза видимости следует, прежде всего, установить, из-за каких явлений произошло (не произошло) ухудшение видимости. Последующий анализ должен быть сосредоточен на выявлении причин ошибок в прогнозе этих явлений.

Ухудшение видимости до значений ниже установленного минимума обуславливается в большинстве случаев туманами. При анализе ошибочного прогноза видимости из-за тумана в первую очередь необходимо установить тип тумана, так как условия образования различных типов тумана различны. В связи с этим и подход к исследованию причин ошибки будет различным.

Если же ошибка в прогнозе видимости была связана с другими явлениями (метель, снегопад, пыльная буря и др.), то анализ должен быть сосредоточен на выявлении причин ошибок в прогнозе этих явлений. В частности, если непредусмотренное прогнозом ухудшение видимости было связано с метелью, то необходимо обратить внимание на ожидавшуюся и действительную интенсивность снегопада, силу ветра, состояние снежного покрова.

Аналогичным образом поступают и в том случае, когда анализируется прогноз самих явлений вне связи с прогнозом видимости, т.е. когда они прогнозировались, но фактически не наблюдались и наоборот.

Прогноз ветра

Направление и скорость ветра у поверхности Земли обуславливаются не только барическим градиентом, но и местными физико-географическими условиями. Наибольший интерес представляют те ошибочные прогнозы, когда не была предусмотрена скорость ветра более 15 м/с либо прогнозировались большие скорости ветра, а наблюдались слабые.

Для того чтобы успешно провести анализ ошибочного прогноза ветра, необходимо установить его природу. Если непредвиденное усиление ветра было связано с крупномасштабными процессами, то выявляется роль факторов, вызвавших несовпадение наблюдавшейся скорости ветра с прогнозируемой. В первую очередь анализируются значения барического градиента, получаемые по прогностической карте приземного поля давления. Далее рассматриваются стратификация приземного слоя атмосферы,

суточный ход температуры, особенности рельефа местности (для случаев однородной воздушной массы), термобарические характеристики фронта при его прохождении через район, для которого составлен прогноз.

Если непредвиденное усиление ветра было связано с местными условиями, то анализируется, как были применены имеющиеся методы для прогноза локальных ветров.

Во всех случаях проверяется правильность применения рекомендованного метода [9], основанного на использовании прогностических приземных карт погоды.

Прогноз приземной температуры воздуха

Анализ ошибочного прогноза температуры воздуха у поверхности Земли начинается с установления воздушной массы, обусловившей погоду в данном районе (пункте). Далее, если не отмечалось прохождения атмосферного фронта, основное внимание уделяется характеристикам этой воздушной массы (начальная температура, облачность, ветер), а также состоянию подстилающей поверхности, наличию (отсутствию) осадков и т.д. То есть тем характеристикам, от которых зависят адвективные значения и трансформационные изменения температуры.

Опыт показывает, что ошибочные прогнозы температуры воздуха довольно часто вызываются ошибочным определением ее адвективных значений и трансформационных изменений.

Другая часть ошибок в прогнозе температуры связана с неверным прогнозом или даже оценкой метеорологических условий, определяющих суточный ход температуры воздуха: облачности, скорости ветра, стратификации нижнего слоя атмосферы и др.

Рассматривая ошибочный прогноз максимальной температуры, необходимо также выяснить, как были использованы данные вертикального зондирования атмосферы за утренний срок текущих суток и прогностическая кривая стратификации на эти же сутки по данным в 3 ч предыдущих суток.

Сложность анализа причин ошибочных прогнозов заморозков заключается в том, что неучет или переоценка даже одного из многих факторов может привести к отрицательным результатам. Поэтому при анализе такого прогноза требуется большая тщательность выявления именно того фактора, неверный учет которого обусловил ошибочный прогноз. Во всех случаях нельзя упускать из вида особенности рельефа местности, где наблюдались заморозки.

При анализе ошибочного прогноза из-за неправильно предсказанного аномального хода температуры (больше 5°C) необходимо особое внимание

уделить исследованию тех причин, которые привели к непредвиденным резким адвективным изменениям температуры воздуха, например прохождению атмосферного фронта. Полезно также оценить роль турбулентного перемешивания по величине вертикального градиента ветра в слое 0 – 300 м и среднему значению температуры в этом слое.

ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ АНАЛИЗА ОШИБОЧНЫХ ПРОГНОЗОВ ПОГОДЫ

Результаты анализа ошибочных прогнозов погоды обсуждаются на семинарах сотрудников оперативных прогностических органов Росгидромета, в которых эти прогнозы были разработаны. Результаты семинара оформляются протоколом (приложение 2), в котором указываются:

- текст неоправдавшегося прогноза;
- фактически наблюдавшаяся погода;
- материалы, использованные при составлении прогноза;
- обоснование составленного прогноза;
- причины ошибочного прогноза по результатам их исследования разработчиком прогноза;
- заключение оппонентов;
- обсуждение результатов исследования причин ошибочного прогноза;
- выводы семинара.

К протоколу семинара по анализу неоправдавшегося прогноза погоды прилагаются материалы, на основании которых была вскрыта ошибка (ошибки) в данном прогнозе.

К организационным недочетам относятся:

- недостаток исходных данных, отсутствие или невыполнение приема необходимого объема аэросиноптического материала для составления прогноза погоды;
- неиспользование или использование не в полной мере рекомендованных методов и способов прогноза той или иной метеорологической величины или явления погоды;
- упущения персонала прогностического органа в технологии составления прогноза погоды.

К этой же группе недостатков могут быть отнесены неиспользованные возможности корректировки прогноза по мере поступления материалов за следующие сроки наблюдений, а также штормовой информации, неучет влияния местных физико-географических особенностей района и др.

В методической части рекомендаций дается краткое изложение результатов анализа материалов, включающее также сведения об использовании всех имеющихся в прогностическом подразделении методов прогнозирования метеорологических величин и явлений погоды. Подробно должен быть освещен вопрос о том, насколько имеющиеся в распоряжении

прогнозиста материалы и методы позволили составить обоснованный прогноз погоды.

Основное внимание уделяется анализу причин методического характера, вследствие которых не оправдался прогноз, и факторам их обусловившим, а также физическому обоснованию тех особенностей в развитии процессов, которые оказали решающее влияние на прогноз, но не были учтены при его составлении.

Если причиной ошибочного прогноза оказалось несовершенство метода, то в рекомендациях формулируются предложения о нецелесообразности использования его в данной синоптической ситуации.

Литература

1. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. – Л.: Гидрометеоздат, 1991. – 616 с.
2. Зверев А.С. Синоптическая метеорология. – Л.: Гидрометеоздат, 1977. – 711 с.
3. Методические указания. Анализ причин ошибочных краткосрочных прогнозов и предупреждений об опасных и особо опасных метеорологических явлениях/Под ред. Н.Н. Бельской. – Л.: Гидрометеоздат, 1982. – 46 с.
4. Наставление по службе прогнозов. Разд. 2. Ч. III, IV, V. – М.: Гидрометеоздат, 1981. – 56 с.
5. Орлова Е.М. Краткосрочный прогноз атмосферных осадков. – Л.: Гидрометеоздат, 1979. – 168 с.
6. Практикум по синоптической метеорологии. – СПб.: РГГМУ, 2006. - 303 с.
7. РД 52.04.563–2002. Инструкция. Критерии опасных гидрометеорологических явлений и порядок подачи штормового сообщения. – СПб.: Гидрометеоздат, 2002. – 27 с.
8. РД 52.88.629–2002. Наставление по краткосрочным прогнозам погоды общего назначения. – СПб.: Гидрометеоздат, 2002. – 42 с.
9. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Ч.1. – Л.: Гидрометеоздат, 1986. – 702 с.
10. Хабутдинов Ю.Г., Шанталинский К.М. Опасные гидрометеорологические явления. Материалы по курсам «Синоптическая метеорология» и «Гидрометеорологическое обеспечение народного хозяйства» – Казань: КГУ, 2007. – 32с.
11. Хандожко Л.А. Экономическая метеорология. – СПб.: Гидрометеоздат, 2005. – 490 с.
12. Хандожко Л.А. Практикум по экономике гидрометеорологического обеспечения народного хозяйства. – СПб.: Гидрометеоздат, 1993. – 311 с.

**Схема анализа ошибочного прогноза погоды
Перечень причин, приводящих к ошибкам в прогнозах погоды**

Первая группа		
Ошибки, связанные с прогнозом барических полей и эволюцией атмосферных фронтов		
Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Роль ошибки в барическом поле очевидна	Роль ошибки в барическом поле неочевидна	Прогноз барического поля оказался удачным
<p>1. Выявляются причины, приведшие к ошибке в барическом поле:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) в скорости и направлении перемещения барического образования; 2) в эволюции (возникновении, углублении, заполнении и т.д. барического образования); 3) другие причины. <p>2. Дальнейший анализ не производится</p>	<p>1. Выясняется, какое значение сыграла ошибка в барическом поле:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) если роль ошибки окажется существенной, выявляется ее причина, как в варианте 1, и дальнейший анализ не производится; 2) если роль этой ошибки окажется несущественной, тогда рассматривается роль других факторов, которые могли привести к возникновению (появлению) непредусмотренных явлений, отклонению прогностических значений метеорологических величин от фактических; 3) если причина ошибочного прогноза погоды не связана с эволюцией атмосферных фронтов, то анализ производится, как рекомендуется во второй группе причин. 	<p>1. Рассматриваются ошибки, связанные с эволюцией фронтов:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) если роль этих ошибок окажется существенной, выявляются причины, приведшие к непредвиденному изменению интенсивности фронта; 2) если роль этих ошибок окажется несущественной, разбор продолжается, как рекомендуется во второй группе причин

Вторая группа Ошибки, связанные с методиками прогнозирования	
Вариант 1	Вариант 2
Ошибки в прогнозе промежуточных характеристик	Ошибки метода
<p>Производятся расчет траекторий существующими методами и их сопоставление с теми траекториями, которые были приняты синоптиком:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) если различия окажутся существенными, что привело к непосредственной ошибке в прогнозе, то дальнейший разбор не производится; 2) если различия несущественные и они не могли повлиять на прогноз, тогда производится расчет диагностических вертикальных движений и их сопоставление с теми, которые были взяты синоптиком: <ul style="list-style-type: none"> – если различия окажутся существенными и эта ошибка явилась причиной неоправдавшейся метеорологической величины или явления погоды, то дальнейший анализ не производится; – если различия окажутся несущественными, то анализ продолжается, как рекомендовано в варианте 2. 	<p>Рассматриваются методы, примененные для прогноза данной метеорологической величины или явления погоды:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) если рекомендуемые методы оказались неэффективными в данной синоптической обстановке, целесообразно попытаться произвести расчет по другим имеющимся методам, в том числе региональным; 2) если и эти методы оказались неэффективными, делается соответствующее заключение.

Третья группа Ошибки, связанные с организационными вопросами	
Вариант 1	Вариант 2
<p>Не использовались рекомендованные методы. Производятся расчеты по этим методам и формулируется соответствующий вывод.</p>	<p>Недостаток исходных данных. Анализируются исходные данные.</p>

Протокол № _____
семинара по анализу причин ошибочного прогноза (предупреждения)
на период от _____ до _____ часов « _____ » _____ 20____ г.

Присутствовало _____ специалистов
Анализ причин проводил _____ Оппонировал _____

<p>Содержание прогноза (предупреждения) на период от _____ до _____ часов</p> <p>Время составления прогноза (предупреждения) _____ часов « _____ » _____ 20____ г.</p>	<p>В этот период фактически наблюдалось:</p>
---	--

Материалы, использованные при составлении прогноза (предупреждения):

Обоснования составленного прогноза:

Причины ошибочного прогноза по результатам их исследования автором:

Заключение оппонентов:

Обсуждение результатов исследования причин ошибочного прогноза

Выводы семинара

КРАТКОСРОЧНЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОГНОЗЫ

Материалы по курсам
Синоптическая метеорология и
Гидрометеорологическое обеспечение народного хозяйства

С о с т а в и т е л и

Хабутдинов Ю.Г., Шанталинский К.М.

Подписано в печать 18.01.2008.
Форм. 60 x 84 1/16. Гарнитура «Таймс». Печать ризографическая.
Печ.л. 3,25. Тираж 100. Заказ 10.

Лаборатория оперативной полиграфии Издательства КГУ
420045, Казань, Кр.Позиция, 2а
Тел. 231-52-12